DOI: 10. 11686/cyxb2025418
http://cyxb. magtech. com. cn
蒋静, 胡金花, 黄功成, 等. 生计资本与牧民草场恢复感知: 基于祁连山牧区的实证分析. 草业学报, 2026, 35(10): 30－47.
JIANG Jing, HU Jin-hua, HUANG Gong-cheng, *et al*. Livelihood capital and herders' perception of grassland restoration: An empirical analysis based on the Qilian Mountain pastoral area. Acta Prataculturae Sinica, 2026, 35(10): 30－47.

生计资本与牧民草场恢复感知: 基于祁连山牧区的实证分析

蒋静[1], 胡金花[1], 黄功成[1,2], 蒋心灵[1], 范玉兵[1*], 唐增[1], 秦华[3]
(1. 草种创新与草地农业生态系统全国重点实验室, 中国草业发展战略研究中心, 兰州大学草地农业科技学院, 甘肃 兰州 730020; 2. 厦门大学经济学院, 福建 厦门 361000; 3. 香港中文大学公共政策学院, 广东 深圳 518172)

摘要: 草场退化对我国生态安全与可持续发展构成严重威胁, 牧户作为草场管理的直接决策者, 其草场恢复感知对退化草场的生态恢复成效至关重要。本研究运用二元 Probit 模型及多角度异质性分析研究生计资本 5 个维度各因素对牧户退化草场恢复感知的影响。结果显示: 自然资本中草场经营面积每增加 666. 67 hm^2, 牧户感知草场恢复的概率降低 1. 5%; 物质资本中牧户养殖家畜数量每增加 100 羊单位, 牧户感知草场恢复的概率降低 1. 4%; 金融资本中牧户获得的草原生态补奖资金每增加 1 万元, 其草场恢复感知提高 3. 8%; 社会资本中牧户间相互影响程度每提高 1 单位, 草场恢复感知提高 2. 0%; 牧户环境意识每增加 1 单位, 草场恢复感知提高 3. 2%; 祁连山南北麓地区牧户在草场恢复感知上存在差异, 北麓地区草原补奖政策效果更显著, 而南麓地区牧户的劳动力数量和环境意识对草场恢复感知更有积极作用。相关政策设计应考虑各生计资本不同维度因素对牧户草场恢复感知的作用及影响差异。

关键词: 生计资本; 退化草场恢复; 牧户感知; 祁连山地区; Probit 模型

Livelihood capital and herders' perception of grassland restoration: An empirical analysis based on the Qilian Mountain pastoral area

JIANG Jing[1], HU Jin-hua[1], HUANG Gong-cheng[1,2], JIANG Xin-ling[1], FAN Yu-bing[1*], TANG Zeng[1], QIN Hua[3]
1. *State Key Laboratory of Herbage Improvement and Grassland Agro-Ecosystems, Chinese Grass Industry Development Strategy Research Center, College of Pastoral Agriculture Science and Technology, Lanzhou University, Lanzhou* 730020, *China*; 2. *School of Economics, Xiamen University, Xiamen* 361000, *China*; 3. *School of Public Policy, The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen* 518172, *China*

Abstract: Grassland degradation presents a serious threat to Chinese ecological security and sustainable development. As the direct decision-makers in grassland management, herders' perception of grassland restoration is crucial to the ecological recovery of degraded grasslands. This study employs the binary Probit model and multi-angle heterogeneity analysis to analyze the impact on herders' perception of grassland restoration, of various factors under the five dimensions of livelihood capital. The findings indicate that in terms of natural capital, for every additional 666. 67 ha of grassland operated by herders, the probability of their having a positive perception of the grassland restoration status decreases by 1. 5%. Regarding material capital, for every increase of 100 sheep units in the number of livestock raised by herders, their perception of grassland restoration status declines by 1. 4%. With

收稿日期: 2025-10-17; 改回日期: 2025-12-04
基金项目: 中国工程院战略研究与咨询项目(2023-XY-28, 2024-XZ-56 和 GS2023ZDI01)资助。
作者简介: 蒋静(2000－), 女, 甘肃兰州人, 在读硕士。E-mail: jiangj2023@lzu. edu. cn
*通信作者 Corresponding author. E-mail: fanyb@lzu. edu. cn

respect to financial capital, for every additional 10000 CNY of ecological compensation and rewards received by herders, their perception of grassland restoration rises by 3.8%. With respect to social capital, for every one-unit increase in the degree of mutual influence among herders, their perception of grassland restoration increases by 2.0%. Furthermore, for every one-unit increase in herders' environmental awareness, their perception of grassland restoration increases by 3.2%. There are differences in herders' perception of grassland restoration between the northern and southern slopes of the Qilian Mountains, the effect of the ecological compensation policy is more significant in the northern slope area, while the number of laborers and environmental awareness of herders in the southern slope area have a more positive effect on their perception of grassland restoration. The design of relevant policies should take into account the role and the different influences of various dimensions of livelihood capital on herders' perception of grassland restoration.

Key words: livelihood capital; degraded grassland restoration; herders' perception; Qilian Mountains region; Probit model

草地是陆地上最重要的生态系统之一，占据陆地总面积的1/4[1]，其在调节气候、保持水源、防止风蚀、巩固沙土、改良土壤以及维护生物多样性等方面发挥着至关重要的作用。据研究，青藏高原等地草地退化严重，退化面积约占高原草地总面积的38.8%[2]。祁连山草地生态系统功能与结构属性发生逆向转变，植被衰退、土壤失调乃至生态系统服务功能下降问题日益严峻。

国内外文献就牧户生计资本已经开展了较为广泛的研究，包括数字金融对农村家庭生计策略的影响[3-4]、生计策略选择及其影响因素[5]、生计资本对生计策略的影响[6]以及生计资本如何影响农民节能行为等[7]。但是现有文献仍存在以下不足：第一，较少研究关注生计资本对牧户草场恢复感知的影响，对于生计资本的影响往往从5个维度进行统一分析，难以解释各维度下关键社会经济因素对牧户草场恢复感知的效应。第二，关于祁连山地区牧户草场恢复感知的相关研究文献较少，难以具体指导祁连山地区的生态保护与修复工作，且现有研究多关注退化草场感知而未从恢复感知入手，难以探寻草场恢复过程中的关键社会经济因素。第三，较少研究结合地区差异开展分析，并针对不同地区牧户群体提出差异化的政策建议。因此，本研究基于甘肃省、青海省的牧户微观调查数据，从生计资本各维度因素分析影响祁连山地区牧户草场恢复感知的关键因素，并对祁连山南北麓牧区开展差异性分析。

1　材料与方法

1.1　理论分析

1.1.1　草场恢复感知　　我国是草地面积最大的国家之一，国土三调数据显示草地面积为26453.01万 hm^2，约占国土总面积的27.56%。祁连山地跨青海和甘肃两省，位于青藏、蒙新、黄土三大高原交汇的生态脆弱地带，不仅是河西走廊生态安全屏障，也是青藏高原生态安全建设的重要保障，被称为架构在西北地区生态安全屏障的生态之脊[8-11]。但是受气候变暖、超载过牧、开山挖矿、综合治理措施不到位等人为和自然因素的影响[12-13]，在过去的40年中祁连山90%以上的草原已经发生了不同程度的退化[14-16]，已成为国家生态文明建设和绿色发展高度关注的典型区域。

为缓解草地退化对祁连山地区生态系统的破坏，甘肃省林业厅于1988年成立祁连山国家级自然保护区管理局，并在2000年又实施退耕还林、退牧还草和封山禁牧等一系列工程建设项目；青海省也实施了祁连山区和青海湖流域生态环境保护及湟水流域综合治理等生态保护工程。这些措施使得祁连山地区草地系统性恶化的趋势得到明显遏制，改善当地居民生活环境的同时，也创造了相应的生态效益，然而草地“点上好转，面上退化；局部改善，总体恶化”的整体趋势并未发生根本性改变[17-18]。

牧户作为草场管理的直接参与者，在以往的生产实践中，不合理的生产模式加剧了草场退化，因而在退化草

场修复的过程中,牧户的草场恢复感知和修复行为对生态恢复成效至关重要[19]。现有研究表明,牧户对草场退化的感知与其生计资本紧密相关,生计资本可以分解为人力资本、自然资本、物质资本、金融资本和社会资本[20],这些资本影响着牧户的草场管理决策[7,21-22]。Abebaw等[23]通过分析宁夏牧户的退化草场感知,发现草场改善的群体往往具有更明显的草场管理和社会认知;周曙东等[24]的研究也指出牧户对自然环境的依赖程度越高,其对生态环境变化感知的程度更强烈;杨海镇等[25]通过Tobit模型开展计量经济学分析,发现牧户的草场恢复感知受到内外因素的共同作用,牧户的生计能力越弱、与外界的联系程度越低,其感知草场退化的可能性越高。此外,牧户的感知还受到家庭社会经济特征的影响,如户主年龄、劳动力数量、家畜数量等,王丽佳等[26]的研究也表明甘肃牧区牧户越年轻、受教育程度越高,其对退化草场恢复的认知程度越高,而且生活满意度越高的牧户也往往拥有更高的环境保护意识。

1.1.2 生计资本理论 生计资本是农户进行生产生活的核心和基础,包括其所拥有的资产、行为行动以及为了获得资产所拥有的采取行动的权力等[27]。生计资本概念主要来源于1999年英国国际发展署(department for international development, DFID)提出的可持续生计分析框架(sustainable livelihoods framework),而这些资本主要由社会制度和组织环境所决定[28-29]。有学者发现,不同类型的生计资本会影响农民的生计策略选择和行为决策[28-30]。例如,Wang等[20]发现,各类生计资本对牧民生计策略选择的多元化有显著影响;Kuang等[30]发现生计资本在农民应对气候变化的适应策略中起着关键作用,并对农民的气候变化适应行为产生积极影响。

在生计资本的5个维度中,人力资本是牧户生计的重要基础,常用的指标包括户主的受教育水平、健康状况和年龄等[31-32]。牧户的人力资本水平高,通常意味着他们拥有更好的教育背景和健康状态,这有助于他们更深入地理解草场退化的严重性与草场修复的重要性。教育水平较高的牧户可能更容易接受新的草场管理知识和技术,从而更积极地参与退化草场的修复工作。

自然资本是指牧户用于生产和生活的自然资源和服务,它是牧户赖以生存和发展的各种无形和有形的产品和服务,包括了各类的耕地、林地、草场等土地资源、水资源、矿产资源[20,33]。拥有丰富自然资本的牧户更可能直接感受到草场退化带来的负面影响,如生产力下降和生态服务功能降低,这可能会增强他们对退化草场恢复的紧迫感和责任感,而自然资本的丰富程度也可能掩盖草场退化的短期影响,因为牧户可以从其他资源中获得补偿,从而降低其采取恢复措施的紧迫性。

物质资本是指用于牧户的生产资产、基础设施和有形设备等资源,包括饲养的家畜数量、家庭住房、生产工具等[34-35]。充足的物质资本可以为牧户提供必要的物质支持,使其有能力采取有效的草场恢复措施。

金融资本是指家庭赖以生存的经济来源,涵盖人们持有和可以筹集的资金,包括现金收入、贷款、储蓄等有形资产以及可获得信贷资金的能力等[20,30]。充足的金融资本可以为牧户提供实施草场修复的经济保障,经济实力较强的牧户可能更愿意承担草场恢复初期面临的成本与风险,并且能够持续投资实施周期较长的草场恢复项目。

社会资本是指个人通过社会人际网络能够获取到的一切社会资源,包括社交网络、亲戚朋友、社会组织成员等实体化资源,以及社会信任与共赢理念等感知层面的资源[30,36]。社会资本丰富的牧户更容易获取有关草场修复的信息和技术支持,同时也能够通过社会网络动员更多的资源和人力参与到草场修复中。社会信任和共赢理念的普及有助于形成集体行动,共同应对草场退化问题。

1.2 数据来源、变量选取与模型设定

1.2.1 数据来源 本研究数据为兰州大学调研团队于2022年10月和2023年6-8月对甘肃省、青海省牧业县入户调查而形成的横截面数据。调研团队选择甘肃省肃南裕固族自治县等4个县为样本县代表祁连山北麓牧区,选择青海省门源回族自治县等4个县为样本县作为祁连山南麓牧区代表地区,调研采取分层随机抽样法[37],每个样本县选取3~4个乡镇,每个乡镇调研3~4个村,每个村随机调研8~12户牧户。在开展正式调研前,全体调研团队成员多次开会讨论问卷设计的具体问题,并开展了为期1 d的问卷培训,实地调研最终共收集问卷841份,其中甘肃省398份,青海省443份。剔除非畜牧业样本户以及部分数据缺失的问卷,共得到有效问卷779份,其中甘肃省377份,青海省402份,问卷有效率为92.63%,调研问卷来源统计如表1所示。

表 1　调研问卷来源统计

Table 1　Source statistics of the survey questionnaires

省份 Province	样本县 Sample county	调研乡镇 Surveyed township	有效样本数 Number of valid samples (No.)	占比 Proportion (%)
甘肃 Gansu	肃南 Sunan	皇城镇、康乐镇、大河乡 Huangcheng township, Kangle township, Dahe township	131	16.82
	肃北 Subei	党城湾镇、盐池湾乡、石包城乡 Dangchengwan township, Yanchiwan township, Shibaocheng township	74	9.50
	阿克塞 Akesai	阿克旗乡、阿勒腾乡、阿伊纳乡 Akeqi township, Aleteng township, Aina township	79	10.14
	天祝 Tianzhu	炭山岭镇、石门镇、松山镇等 Tanshanling township, Shimen township, Songshan township, etc	93	11.94
青海 Qinghai	门源 Menyuan	仙米乡、苏吉滩乡、皇城乡等 Xianmi township, Sujitan township, Huangcheng township, etc	87	11.17
	祁连 Qilian	默勒镇、阿柔乡、峨堡镇 Mole township, Arou township, Ebao township	102	13.09
	天峻 Tianjun	新源镇、生格乡、快尔玛乡等 Xinyuan township, Shengge township, Kuaierma township, etc	105	13.48
	德令哈市 Delingha City	蓄集乡、怀头他拉镇、尕海镇等 Xuji township, Huaitoutala township, Gahai township, etc	108	13.86
合计 Total	8县(市) 8 Countries (city)	35乡镇 35 townships	779	100.00

1.2.2　变量选择　　被解释变量：牧户对草场恢复状况的感知是生态环境感知的一个重要方面，它涉及个体如何通过接收和处理周围环境信息来形成对环境状态的理解和反应[38]。这个过程包括两个阶段："感"指的是个体接收环境信息并形成初步印象，而"知"则涉及对这些印象的深入理解和由此产生的行为调整。为了量化分析牧户的草场恢复感知，本研究选取"自家草场恢复感知"和"乡镇草场恢复感知"作为被解释变量。以"考虑自家草场，最近3～5年如何变化"作为题项，当草场长势越来越好时，该变量取值为1，否则为0。同样，乡镇草场恢复感知也设定为二元变量，以"考虑乡镇草场，最近3～5年如何变化"作为题项，当草场长势越来越好时，该变量取值为1，否则为0。

核心解释变量：根据DFID可持续生计分析框架，本研究借鉴前人的研究成果，并考虑数据的可得性，选取牧户生产经营活动中的12个重要指标来分析生计资本对牧户草场恢复感知的影响。具体指标选择如下：

1)参考Wang等[20]的研究，金融资本包括家庭经营收入、生态补奖收入和贷款情况。家庭经营收入通过计算牧户的畜牧收入和其他经营收入得到，其他经营收入包括外出务工工资、出租草场收入、合作社分红收入和虫草收入。生态补奖收入指牧户获得的草畜平衡奖励和禁牧补助。贷款情况是指牧户是否存在银行贷款以及向其他牧户贷款的情况，其中1表示有贷款，0表示无贷款。

2)参考Wu等[35]的研究，选择劳动力数量、劳动力平均受教育程度作为人力资本的解释变量。劳动力数量选择家庭中年龄符合劳动力年龄(18～60岁)，且有具体工作的人口；劳动力平均受教育程度用劳动力受教育程度的均值表示。

3)参考苏芳等[39]、盖志毅等[40]的研究，将草场面积、草场质量作为自然资本的解释变量。草场面积是指牧户的实际草场经营面积，通过计算牧户承包草场面积与转入草场面积之和，再减去转出面积所得。草场质量按照1＝差，2＝一般，3＝好进行测算。

4)参考Ma等[34]的研究，本研究选取家畜数量、交通机械数量作为物质资本的变量。其中，家畜数量依据《天然草地合理载畜量的计算》[41]文献中的核算标准统一为羊单位，成年家畜中每只绵羊折合成1.0个羊单位，每头牦牛折合成4.0个羊单位，每匹马折合成6.0个羊单位。此外，山羊和绵羊幼畜(一岁以下)折合为0.4个羊单位，牦牛幼畜(两岁以下)折合为2.8个羊单位，马幼畜(两岁以下)折合为3个羊单位。交通机械数量指牧户家庭拥有的皮卡、拖拉机、电三轮、汽车等能用于生产经营和日常生活的交通机械数量总和。

5)参考Wu等[35]的研究,将牧户相互影响程度、与县政府距离作为社会资本的变量。其中牧户相互影响程度,通过询问牧户“您与周围牧户在生产上的相互影响程度”进行测度,赋值1～5;与县政府距离通过询问牧户牧场到县政府的实际距离获得。同时,参照Xu等[42]的说法,社会资本还应包括农牧户所具有的责任感和意识,而环境意识是影响退化草场恢复的重要因素,因此,本研究加入环境意识作为解释变量。环境意识通过询问牧户“您关心身边的生态环境质量的程度”进行测度,赋值1～5。

控制变量:考虑不同牧户的决策差异,本研究加入户主个人特征,包括性别、年龄、受教育程度、汉语水平、少数民族、村干部作为控制变量[43-44]。此外,由于样本涉及8个县市,因此,本研究也加入县级虚拟变量来控制不同地区[45]。

各变量具体定义、赋值及描述性统计见表2。

1.2.3 模型构建 牧户的草场恢复感知属于二元变量,本研究通过构建二元Probit模型进行分析,其基本形式为:

$$Y_i = X_i'\beta_i + \varepsilon_i \tag{1}$$

式中:Y_i表示草场恢复感知,X_i'由核心解释变量和控制变量组成,其中核心解释变量包括生计资本5个维度的因素,即人力资本、自然资本、物质资本、金融资本、社会资本。人力资本因素包括劳动力数量、劳动力平均受教育程度变量,自然资本因素包括草场面积、草场质量变量,物质资本因素包括家畜数量、交通机械数量变量,社会资本包括牧户相互影响程度、与县政府距离和环境意识变量。β_i为待估参数,ε_i为服从标准正态分布的扰动项。

为了使Y_i的预测值总是介于[0,1],在给定X_i'的情况下,考虑Y_i的两点分布概率:

$$\begin{cases} P(Y=1|X) = F(X,\beta) \\ P(Y=0|X) = 1 - F(X,\beta) \end{cases} \tag{2}$$

式中:$F(X,\beta)$为“连接函数”,而Probit模型的连接函数为标准正态的累积分布函数,因此$Y=1$发生的概率公式为[39]:

$$P(Y=1|X) = F(X,\beta) = \Phi(X'\beta) = \int_{-\infty}^{X'\beta} \Phi(t)dt \tag{3}$$

然而,在非线性模型中,回归系数β_i没有具体意义,需要估计系数所对应的边际效应,对于连续解释变量和离散解释变量,其边际效应计算公式分别如下:

$$\frac{\partial P(Y=1|X)}{\partial X_i} = \frac{\partial P(Y=1|X)}{\partial (X'\beta)} \times \frac{\partial (X'\beta)}{\partial X_i} = \Phi(X'\beta) \times \beta_i \tag{4}$$

$$\Delta P(Y=1|X, X_j=n) = P(Y=1|X, X_j=n) - P(Y=0|X, X_j=n-1) \quad n \geqslant 2 \tag{5}$$

2 结果与分析

2.1 基准回归结果

为保证计量模型估计结果的有效性,首先对各自变量进行多重共线性检验,结果表明,方差膨胀因子(variance inflation factor)介于1.08～2.80,平均值为1.67,远低于临界值10,表明自变量间不存在多重共线性问题[46]。之后,本研究采用二元Probit模型分析生计资本各维度因素对自家草场恢复感知和乡镇草场恢复感知的影响。表3为牧户草场恢复感知受生计资本因素影响的结果,从自家草场恢复感知的回归结果可以看出:1)人力资本因素对牧户自家草场恢复感知并未产生显著影响,原因可能是牧户对退化草场恢复的感知受到当地文化、传统知识和社会实践的影响,这些因素可能与通过正规教育途径获得的人力资本不完全相关[47]。2)从自然资本因素来看,草场面积在1%水平上负向显著,牧户经营草场面积每增加666.67 hm^2,草场恢复感知的概率降低1.5%(表3),原因可能是草场经营面积大的牧户长期专注于草场的经营管理,而对其生态功能和恢复机制了解不足,

表 2　变量定义及描述性统计

Table 2　Variable definition and descriptive statistics

变量名 Variable name	变量描述 Variable description	均值 Mean	标准差 Standard deviation
被解释变量 Dependent variable			
自家草场恢复感知 Perceived recovery of own grassland	考虑自家草场，最近3～5年如何变化。1＝恢复，0＝不变或变差 Considering the household's own grassland, how has the grassland changed in the past 3－5 years. 1＝recovered, 0＝unchanged or deteriorated	0.11	0.31
乡镇草场恢复感知 Perceived recovery of township grassland	考虑乡镇草场，最近3～5年如何变化。1＝恢复，0＝不变或变差 Considering the township's grassland, how has the grassland changed in the past 3－5 years. 1＝recovered, 0＝unchanged or deteriorated	0.11	0.32
核心解释变量 Core independent variable			
人力资本因素 Human capital factor			
劳动力数量 Number of laborers	家庭劳动力（人）The number of household laborers (No.)	2.96	1.14
劳动力平均受教育程度 Average education level of laborers	1＝小学及以下；2＝初中；3＝高中及以上 1＝primary school and below; 2＝junior high school; 3＝senior high school and above	1.87	0.70
自然资本因素 Natural capital factor			
草场面积 Grassland area	实际经营草场面积＝承包面积＋转入面积－转出面积 Actual managed grassland area＝contracted area＋transferred-in area－transferred out area (666.67 hm^2)	1.76	3.74
草场质量 Grassland quality	1＝差；2＝一般；3＝好 1＝poor; 2＝average; 3＝good	2.05	0.73
物质资本因素 Physical capital factor			
家畜数量 Number of livestock	年末家畜存栏量 Year-end livestock inventory (100 sheep unit)	5.20	5.25
交通机械数量 Number of transportation machinery	台 Units	1.36	1.55
金融资本因素 Financial capital factor			
家庭经营收入 Household operating income	畜牧收入＋其他经营收入 Livestock income and other operating income (10000 CNY)	13.70	15.19
生态补奖收入 Ecological compensation and incentive income	草原生态保护补助奖励 Grassland ecological protection subsidy (10000 CNY)	3.01	4.33
贷款 Loan	1＝是；0＝否 1＝yes; 0＝no	0.53	0.50
社会资本因素 Social capital factor			
牧户相互影响程度 Degree of mutual influence among herders	1＝非常弱；2＝弱；3＝一般；4＝强；5＝非常强 1＝very weak; 2＝weak; 3＝average; 4＝strong; 5＝very strong	2.65	1.19
与县政府距离 Distance from home to county government	您家距县政府的实际距离 Actual distance from your home to the county government (100 km)	0.63	0.92
环境意识 Environmental awareness	您关心身边的生态环境质量吗？1＝非常弱；2＝弱；3＝一般；4＝强；5＝非常强 You concern about the ecological environment quality around you? 1＝very weak; 2＝weak; 3＝average; 4＝strong; 5＝very strong	4.14	0.99
户主个人特征 Household head's personal characteristics			
性别 Gender	1＝男；0＝女 1＝male; 0＝female	0.91	0.29
年龄 Age	户主的实际年龄 Actual age of the household head (yr)	52.74	10.87
受教育程度 Education level	1＝小学及以下；2＝初中；3＝高中及以上 1＝primary school and below; 2＝junior high school; 3＝senior high school and above	1.54	0.75
汉语水平 Chinese proficiency	1＝不会；2＝只能听懂；3＝简单交流但不会书写；4＝熟练交流但不会书写；5＝熟练了解且能书写 1＝cannot speak; 2＝only can understand; 3＝simple communication but cannot write; 4＝proficient communication but cannot write; 5＝proficient in understanding and writing	4.06	1.16

续表 Continued Table

变量名 Variable name	变量描述 Variable description	均值 Mean	标准差 Standard deviation
少数民族 Ethnic minority	1=是;0=否 1=yes; 0=no	0.84	0.37
村干部 Village cadre	1=是;0=否 1=yes; 0=no	0.10	0.30
县级虚拟变量 County-level dummy variable			
肃南县 Sunan county	肃南县=1;其他地区=0 Sunan county =1; Other regions=0	0.17	0.37
肃北县 Subei county	肃北县=1;其他地区=0 Subei county =1; Other regions=0	0.09	0.29
阿克塞县 Akesai county	阿克塞县=1;其他地区=0 Akesai county =1; Other regions=0	0.10	0.30
天祝县 Tianzhu county	天祝县=1;其他地区=0 Tianzhu county =1; Other regions=0	0.12	0.32
门源县 Menyuan county	门源县=1;其他地区=0 Menyuan county =1; Other regions=0	0.11	0.32
祁连县 Qilian county	祁连县=1;其他地区=0 Qilian county =1; Other regions=0	0.13	0.34
天峻县 Tianjun county	天峻县=1;其他地区=0 Tianjun county =1; Other regions=0	0.13	0.34
德令哈市 Delingha city	德令哈市=1;其他地区=0 Delingha city=1; Other regions=0	0.14	0.35

他们缺乏科学的草场管理知识和技术,无法有效识别草场的退化迹象,也对草场恢复没有太多感知[48];另一方面牧户可能因为拥有较大的草场面积而倾向于增加家畜数量,以期获得更多的经济收益。然而,过度放牧会破坏草场的生态平衡,导致草场生产力下降,土壤结构破坏,进而加剧草场退化,影响草场恢复及恢复感知[49]。3)从物质资本因素来看,家畜数量对草场恢复感知在10%水平上显著,牧户养殖家畜数量每增加100羊单位,牧户的草场恢复感知降低1.4%,家畜数量过多会直接导致草场的承载压力增大。当家畜数量超过草场的合理承载范围时,长期超载放牧会导致草场退化,降低牧户对草场恢复的信心,因为他们可能认为草场已经无法恢复到原来的状态。4)从金融资本因素来看,生态补奖收入对草场恢复感知的影响在1%水平上显著,牧户获得的生态补奖资金每增加1万元,草场恢复感知提高3.8%,这表明生态补奖收入的增加为牧户提供了直接的经济支持,使得他们更愿意减少放牧数量,从而降低对草场的压力,进而认为草场恢复有很大希望。这种经济激励有助于牧户在保护草场生态环境的同时,保持或提高他们的生产生活水平,相关研究也证实了草原生态补奖政策对祁连山牧区草场生产的有效性[18]。5)从社会资本因素来看,牧户间相互影响程度对草场恢复感知的影响在5%水平上显著,牧户间相互影响程度每提高1单位,草场恢复感知提高2.0%,牧户之间的相互影响可能促进其草场恢复相关信息和经验共享。通过交流,牧户可以学习到更有效的草场管理技术和方法,从而提高草场恢复的效率和效果,也会提高草场恢复感知。同时,环境意识在5%水平上显著正向影响草场恢复感知,牧户环境意识每增加1单位,草场恢复感知提高3.2%,环境意识提升会促使牧民更主动地学习草场生态知识,例如植被演替规律、土壤退化机理等,从而更准确地识别草场恢复的早期信号,包括原生草种重现、土壤结皮形成等,此外,当牧民认为自身行动能有效改善环境,他们会更积极地关注恢复迹象,这与心理学中的“自我效能感”机制相符合[50]。6)从控制变量来看,相比少数民族,汉族对自家草场恢复的感知程度更高;户主受教育程度、汉语水平没有显著影响他们的草场恢复感知;阿克塞县牧户对退化草场恢复的感知明显低于肃南县牧户。

牧户乡镇草场恢复感知回归结果与自家草场恢复感知估计结果基本一致(表3)。具体而言,人力资本因素对牧户的乡镇草场恢复感知并未产生显著影响;自然资本因素中草场面积在5%水平上显著,牧户经营草场面积每增加666.67 hm^2,草场恢复感知的概率降低0.8%;物质资本中家畜数量对草场恢复感知在5%水平上显著,牧户养殖家畜数量每增加100羊单位,草场恢复感知的概率降低1.7%;金融资本因素中生态补奖收入对草场恢复感知在1%水平上显著,牧户生态补奖收入每增加1万元,草场恢复感知的概率提高4.8%;社会资本因素中牧户相互影响程度对草场恢复感知在10%水平上显著,牧户相互影响程度每提高1单位,草场恢复感知提高1.8%;环境意识对草场恢复感知在5%水平上显著,牧户环境意识每增加1单位,草场恢复感知提高3.3%。

表 3　牧户草场恢复感知的 Probit 模型回归结果

Table 3　Regression results of the Probit model for herders' grassland restoration perception

变量名称 Variable name	自家草场恢复感知 Perceived recovery of own grassland				乡镇草场恢复感知 Perceived recovery of township grassland			
	系数 Coefficient	标准误 Standard error	边际效应 Marginal effect	标准误 Standard error	系数 Coefficient	标准误 Standard error	边际效应 Marginal effect	标准误 Standard error
核心解释变量 Core independent variable								
人力资本因素 Human capital factor								
劳动力数量 Number of laborers	0.038	0.067	0.006	0.010	0.066	0.064	0.011	0.011
劳动力平均受教育程度 Average education level of laborers	−0.127	0.119	−0.020	0.018	−0.129	0.114	−0.022	0.019
自然资本因素 Natural capital factor								
草场面积 Grassland area	−0.100***	0.037	−0.015***	0.006	−0.051**	0.025	−0.008**	0.004
草场质量 Grassland quality	0.112	0.095	0.017	0.015	0.125	0.091	0.021	0.015
物质资本因素 Physical capital factor								
家畜数量 Number of livestock	−0.093*	0.050	−0.014*	0.008	−0.099**	0.048	−0.017**	0.008
交通机械数量 Number of transportation machinery	0.071	0.048	0.011	0.007	0.064	0.045	0.011	0.007
金融资本因素 Financial capital factor								
家庭经营收入 Household operating income	−0.016	0.034	−0.003	0.005	−0.030	0.031	−0.005	0.005
生态补奖收入 Ecological compensation and incentive income	0.243***	0.087	0.038***	0.013	0.285***	0.086	0.048***	0.014
贷款 Loan	0.037	0.147	0.006	0.023	−0.052	0.140	−0.009	0.023
社会资本因素 Social capital factor								
牧户相互影响程度 Degree of mutual influence among herders	0.130**	0.057	0.020**	0.009	0.105*	0.055	0.018*	0.009
与县政府距离 Distance from home to county government	0.038	0.079	0.006	0.012	0.065	0.075	0.011	0.013
环境意识 Environmental awareness	0.206**	0.083	0.032**	0.013	0.199**	0.078	0.033**	0.013
户主个人特征 Household head's personal characteristics								
性别 Gender	−0.146	0.237	−0.023	0.037	−0.031	0.232	−0.005	0.039
年龄 Age	−0.008	0.007	−0.001	0.001	−0.007	0.007	−0.001	0.001
受教育程度 Education level	−0.058	0.126	−0.009	0.019	−0.039	0.120	−0.007	0.020
汉语水平 Chinese proficiency	−0.046	0.072	−0.007	0.011	−0.026	0.070	−0.004	0.012
少数民族 Ethnic minority	−0.350*	0.196	−0.054*	0.030	−0.151	0.193	−0.025	0.032
村干部 Village cadre	0.189	0.236	0.029	0.037	0.027	0.233	0.005	0.039
县级虚拟变量 County-level dummy variable，以肃南县为基准 Baseline=Sunan								
肃北县 Subei county	0.109	0.339	0.022	0.069	0.118	0.312	0.023	0.062
阿克塞县 Akesai county	−1.005**	0.447	−0.110***	0.038	−0.602*	0.350	−0.079*	0.041
天祝县 Tianzhu county	−0.246	0.273	−0.041	0.045	−0.257	0.291	−0.041	0.045
门源县 Menyuan county	−0.311	0.405	−0.050	0.060	0.147	0.379	0.029	0.077
祁连县 Qilian county	−0.279	0.315	−0.046	0.051	−0.172	0.308	−0.029	0.051
天峻县 Tianjun county	−0.053	0.296	−0.010	0.054	−0.046	0.294	−0.008	0.052
德令哈市 Delingha city	−0.173	0.297	−0.030	0.051	0.045	0.281	0.008	0.052
模型拟合度 Model fitting statistics								
伪 R^2 Pseudo R^2	0.159				0.128			
样本量 Sample size	779				779			

注：*、**和***分别表示在 10%、5% 和 1% 水平上显著；边际效应为样本平均值。下同。

Note: *, **, and *** represent the significance level at 10%, 5%, and 1%, respectively; the marginal effect is the average value of the sample. The same below.

2.2 稳健性检验

为保证模型估计结果的稳健性,本研究采用子样本回归、缩尾处理后回归和断尾处理后回归方法进行模型的稳健性检验,表4列出了模型检验的边际效应结果。本研究借鉴畅倩等[51]的研究,删除了60岁以上的样本,进行子样本的回归。基准回归的结果具有稳健性,但社会资本中牧户相互影响程度的效果不显著,这可能与年龄较大的牧户相互影响程度更大有关。另外,借鉴喻春娇等[52]的研究,本研究对基准回归模型中的连续型解释变量均进行了1%和99%分位的缩尾处理,以消除极端值对回归结果的影响,回归结果与基准回归结果一致。同时,参考张媛媛等[53]的研究,将基准回归模型中为连续变量的解释变量进行1%和99%分位的断尾处理,即将两个端点外的样本删除,其回归结果也与基准回归结果一致。因此,无论是子样本回归,还是缩尾、断尾回归,均与基准回归结果基本保持一致,表明模型估计结果具有良好的稳健性。

2.3 异质性分析

2.3.1 祁连山南北麓异质性 祁连山幅员辽阔,南北麓存在一定的社会经济文化差异,本研究利用甘肃省样本数据作为祁连山北麓地区代表,青海省样本数据作为祁连山南麓代表,进行不同地区间的异质性分析,从而更好地掌握祁连山不同地区间生计资本因素对退化草场恢复感知影响的差异。表5结果显示生态补奖收入对祁连山南北麓牧户自家和乡镇退化草场恢复感知都有显著正向影响:边际效应结果表明生态补奖收入每提高1万元,祁连山北麓牧民认为自家退化草场恢复的概率提高5.9%,祁连山南麓牧民认为自家退化草场恢复的概率提高2.1%,由此可见,生态补奖政策在祁连山南北麓青海和甘肃均对牧户草场恢复感知产生正向影响,且在祁连山北麓甘肃牧区带来更高的牧户感知效应。此外,牧户间相互影响程度对祁连山南北麓牧户自家和乡镇退化草场恢复感知也有显著正向影响:边际效应结果表明,牧户相互影响程度每提高1个单位,祁连山北麓甘肃牧民认为自家草场恢复的概率提高2.4%,南麓青海牧户认为草场恢复的概率提高2.6%,这表明牧户间相互影响程度对南北麓牧户草场恢复感知的影响效应大体相当。

两个地区形成鲜明对比的是,对于北麓牧户来说,草场面积在5%水平上显著负向影响自家草场恢复感知,交通机械数量在1%水平上显著正向影响自家草场恢复感知(表5)。对于南麓牧户来说,劳动力数量在10%水平上显著正向影响自家草场恢复感知,环境意识在10%水平上显著正向影响自家草场恢复感知。祁连山南麓地区牧户的整体环境意识高于祁连山北麓地区牧户,更有利于促进退化草场恢复。通过对比分析,牧户生计资本因素在达到一定发展水平后,对生态环境改善的促进作用将逐渐显现[54]。因此,提前预测生计资本因素对草场生产力提升的影响,积极发展有利于牧户对草场恢复感知的关键影响因素,并及时预防不利因素,对于实现退化草场恢复的长效治理至关重要。

2.3.2 不同养殖规模异质性 草场的生长状况与牧户的载畜量息息相关,本研究根据牧户的载畜量是否大于400羊单位将其划分为小规模和大规模养殖户,对两组牧户样本进行了分组回归。表6结果显示,对于小规模养殖户,生态补奖收入对退化草场恢复的效果并不显著,而对于大规模养殖户,生态补奖收入的影响正向显著,原因在于大规模养殖户往往面临更多的家畜数量和草场面积,草场的管理和恢复难度更高,当以生态补奖资金的形式获得收入以后,能够更好地激励牧户减小养殖规模,从而减轻经营压力[55-56]。从小规模养殖组的结果可以看出,增强牧户的环境意识、树立正确的草场保护意识对草场恢复感知有正向影响;而对于大规模养殖户,提升牧户之间的相互联系程度更有利于退化草场的恢复感知[57],因此,大规模养殖户可以增强牧户之间的交流合作,打造更紧密的合作化生产模式。

2.3.3 不同经营草场面积牧户异质性 为了进一步探讨生计资本各维度因素对不同草场经营面积牧户草场恢复感知的影响,本研究将样本分为"小面积草场经营牧户(<666.67 hm^2)"和"大面积草场经营牧户(≥666.67 hm^2)",并分别对两组样本进行回归分析。

表7结果表明,1)人力资本因素中劳动力数量和劳动力平均受教育程度对不同草场经营面积牧户的草场恢复感知影响不显著。2)自然资本因素方面,小面积草场经营牧户中,草场面积对自家草场恢复感知的影响不显著,而对乡镇草场恢复感知的边际效应为0.173(P<0.05)。而在大面积草场经营牧户中,草场面积对自家草场

表 4　稳健性检验：草场恢复感知估计的边际效应

Table 4　Robustness test results: marginal effect of grassland restoration perception estimation

变量名称 Variable name	子样本回归 Subsample regression		缩尾后回归 Tail-shrinking regression		断尾后回归 Truncated regression	
	自家草场 One's own grassland	乡镇草场 Township grassland	自家草场 One's own grassland	乡镇草场 Township grassland	自家草场 One's own grassland	乡镇草场 Township grassland
核心解释变量 Core independent variable						
人力资本因素 Human capital factor						
劳动力数量 Number of laborers	0.002	0.011	0.007	0.013	0.005	0.012
	(0.012)	(0.012)	(0.010)	(0.011)	(0.011)	(0.012)
劳动力平均受教育程度 Average education level of laborers	−0.001	−0.013	−0.019	−0.020	−0.024	−0.023
	(0.021)	(0.021)	(0.018)	(0.019)	(0.020)	(0.020)
自然资本因素 Natural capital factor						
草场面积 Grassland area	−0.025***	−0.020***	−0.016***	−0.010**	−0.014**	−0.014***
	(0.010)	(0.007)	(0.006)	(0.005)	(0.006)	(0.006)
草场质量 Grassland quality	0.001	0.016	0.018	0.021	0.023	0.025
	(0.016)	(0.016)	(0.015)	(0.015)	(0.016)	(0.016)
物质资本因素 Physical capital factor						
家畜数量 Number of livestock	−0.014*	−0.015*	−0.014*	−0.016*	−0.014*	−0.014*
	(0.008)	(0.009)	(0.008)	(0.008)	(0.008)	(0.008)
交通机械数量 Number of transportation machinery	0.012	0.013	0.014	0.011	0.015	0.011
	(0.008)	(0.008)	(0.009)	(0.009)	(0.010)	(0.010)
金融资本因素 Financial capital factor						
家庭经营收入 Household operating income	0.005	0.003	−0.003	−0.005	−0.003	−0.005
	(0.006)	(0.006)	(0.005)	(0.005)	(0.005)	(0.005)
生态补奖收入 Ecological compensation and incentive income	0.037***	0.037**	0.034**	0.039***	0.030**	0.039***
	(0.014)	(0.015)	(0.013)	(0.014)	(0.013)	(0.015)
贷款 Loan	0.023	0.013	0.005	−0.010	0.011	−0.011
	(0.025)	(0.025)	(0.023)	(0.023)	(0.024)	(0.025)
社会资本因素 Social capital factor						
牧户相互影响程度 Degree of mutual influence among herders	0.012	0.008	0.021**	0.019**	0.016*	0.017*
	(0.010)	(0.010)	(0.009)	(0.009)	(0.009)	(0.009)
与县政府距离 Distance from home to county government	0.015	0.019	0.007	0.012	0.016	0.020
	(0.013)	(0.013)	(0.013)	(0.013)	(0.014)	(0.015)
环境意识 Environmental awareness	0.034**	0.032**	0.033**	0.035***	0.037***	0.033**
	(0.014)	(0.014)	(0.013)	(0.013)	(0.014)	(0.014)
控制变量 Controls variable	是 Yes		是 Yes		是 Yes	
模型拟合度 Model fitting statistics						
卡方检验概率值 Prob>chi^2	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
伪 R^2 Pseudo R^2	0.176	0.184	0.156	0.121	0.142	0.131
样本量 Sample size	610	610	779	779	720	720

注：括号中为对应的标准误。

Note: Standard errors are in parentheses.

表5 祁连山南北麓牧户草场恢复感知边际效应

Table 5 Marginal effect of grassland restoration perception for herders in the northern and southern foothills of Qilian Mountains

变量名称 Variable name	祁连山北麓(甘肃) The northern foot of the Qilian Mountains (Gansu)				祁连山南麓(青海) Southern foot of the Qilian Mountains (Qinghai)			
	自家草场 One's own grassland	标准误 Standard error	乡镇草场 Township grassland	标准误 Standard error	自家草场 One's own grassland	标准误 Standard error	乡镇草场 Township grassland	标准误 Standard error
核心解释变量 Core independent variable								
人力资本因素 Human capital factor								
劳动力数量 Number of laborers	−0.011	0.017	0.001	0.018	0.022*	0.013	0.027**	0.014
劳动力平均受教育程度 Average education level of laborers	−0.029	0.029	−0.027	0.029	−0.025	0.024	−0.022	0.024
自然资本因素 Natural capital factor								
草场面积 Grassland area	−0.017**	0.007	−0.010**	0.005	−0.012	0.012	−0.006	0.009
草场质量 Grassland quality	0.011	0.021	0.025	0.022	0.028	0.021	0.017	0.021
物质资本因素 Physical capital factor								
家畜数量 Number of livestock	−0.023	0.018	−0.011	0.018	−0.013	0.008	−0.018**	0.008
交通机械数量 Number of transportation machinery	0.025***	0.009	0.022**	0.009	−0.032	0.021	−0.030	0.019
金融资本因素 Financial capital factor								
家庭经营收入 Household operating income	−0.012	0.011	−0.017	0.012	−0.003	0.006	−0.005	0.006
生态补奖收入 Ecological compensation and incentive income	0.059***	0.022	0.049**	0.023	0.021*	0.012	0.051***	0.018
贷款 Loan	−0.012	0.036	−0.058	0.036	0.013	0.028	0.018	0.029
社会资本因素 Social capital factor								
牧户相互影响程度 Degree of mutual influence among herders	0.024*	0.013	0.001	0.013	0.026**	0.013	0.042***	0.014
与县政府距离 Distance from home to county government	0.006	0.014	0.010	0.014	0.039	0.036	0.003	0.040
环境意识 Environmental awareness	0.020	0.016	0.020	0.016	0.042*	0.024	0.057**	0.025
控制变量 Controls variables	是 Yes		是 Yes		是 Yes		是 Yes	
模型拟合度 Model fitting statistics								
卡方检验概率值 Prob>chi^2	<0.001		0.001		0.007		0.001	
伪 R^2 Pseudo R^2	0.225		0.160		0.177		0.184	
样本量 Sample size	377		377		402		402	

恢复感知的边际效应为−0.012($P<0.05$),对乡镇草场恢复感知的边际效应为−0.009($P<0.05$)。这表明草场面积对小面积草场经营牧户的乡镇草场恢复感知有正向影响,但对大面积草场经营牧户的自家和乡镇草场恢复感知均存在负向影响。这种差异可能源于小面积草场经营牧户的草场管理更为精细,且草场面积的增加能够带来更多的生态收益;而大面积草场经营牧户可能因草场面积过大带来的管理难度增加,导致草场退化问题更为突出,进而降低草场恢复感知[58−59]。3)物质资本因素中,交通机械数量对小面积草场经营牧户的自家和乡镇草场恢复感知有正向影响,但对大面积经营草场牧户的影响不显著。这表明交通机械数量的增加可能有助于小面积草场经营牧户更好地管理草场,提高退化草场的恢复效率;而对于大面积草场经营牧户,其草场管理可能更多依赖草原站等政府部门或较少采用草场管理技术措施,交通机械的作用相对有限。4)金融资本中,生态补奖收入对不同草场经营面积牧户的自家和乡镇草场恢复感知均有显著的正向影响。生态补奖收入为牧户提供了经济激励,使其更愿意采取草场恢复措施。大面积草场经营牧户由于草场面积较大,生态补奖收入更高,因而对草场恢复感

表 6　不同养殖规模牧户草场恢复感知边际效应

Table 6　Marginal effect of grassland restoration perception among herders of different livestock scales

变量名称 Variable name	小规模养殖组 Small-scale breeding group (<400 sheep units)				大规模养殖组 Big-scale breeding group (≥400 sheep units)			
	自家草场 One's own grassland	标准误 Standard error	乡镇草场 Township grassland	标准误 Standard error	自家草场 One's own grassland	标准误 Standard error	乡镇草场 Township grassland	标准误 Standard error
核心解释变量 Core independent variable								
人力资本因素 Human capital factor								
劳动力数量 Number of laborers	−0.012	0.016	0.011	0.016	0.013	0.015	0.009	0.016
劳动力平均受教育程度 Average education level of laborers	0.016	0.029	−0.022	0.031	−0.040	0.026	−0.029	0.027
自然资本因素 Natural capital factor								
草场面积 Grassland area	−0.022*	0.012	−0.029*	0.015	−0.012*	0.007	−0.007	0.005
草场质量 Grassland quality	0.023	0.022	0.027	0.023	0.019	0.021	0.020	0.022
物质资本因素 Physical capital factor								
家畜数量 Number of livestock	−0.024**	0.011	−0.028**	0.011	−0.044	0.038	−0.034	0.038
交通机械数量 Number of transportation machinery	0.029**	0.013	0.016	0.011	−0.002	0.011	0.008	0.010
金融资本因素 Financial capital factor								
家庭经营收入 Household operating income	−0.006	0.009	−0.012	0.008	−0.002	0.007	−0.001	0.007
生态补奖收入 Ecological compensation and incentive income	0.008	0.013	0.011	0.014	0.059***	0.020	0.086***	0.023
贷款 Loan	−0.024	0.037	−0.048	0.037	0.022	0.031	0.012	0.033
社会资本因素 Social capital factor								
牧户相互影响程度 Degree of mutual influence among herders	0.006	0.013	−0.012	0.014	0.030**	0.013	0.037***	0.013
与县政府距离 Distance from home to county government	−0.009	0.016	0.001	0.017	0.026	0.018	0.025	0.018
环境意识 Environmental awareness	0.040**	0.020	0.037*	0.021	0.028	0.018	0.035**	0.018
控制变量 Controls variables	是 Yes		是 Yes		是 Yes		是 Yes	
模型拟合度 Model fitting statistics								
卡方检验概率值 Prob>chi^2	<0.001		<0.001		0.012		0.009	
伪 R^2 Pseudo R^2	0.263		0.219		0.159		0.152	
样本量 Sample size	338		338		409		409	

知的提升作用更为明显。5)社会资本因素中,牧户相互影响程度对小面积草场经营牧户的自家和乡镇草场恢复感知有显著的正向影响,但对大面积草场经营牧户的影响不显著,小面积草场经营牧户可能更依赖于邻里之间的交流与合作来获取草场管理经验和技术,从而提升草场恢复感知;而大面积草场经营牧户可能更依赖于自身的资源及政府部门,因而牧户间的相互影响对其草场恢复感知的作用有限[60−61]。环境意识的提高能够促使小面积草场经营牧户采取更可持续的草场管理措施,从而提升草场恢复感知;对于大面积草场经营牧户,环境意识的提升可能更多地影响其对自家草场的管理,而对乡镇草场的整体感知影响有限[62]。

3　讨论与政策建议

3.1　讨论

祁连山地区是我国西北地区的重要生态屏障,对于西北经济发展具有重大战略价值。本研究以祁连山牧区为对象,通过调研甘肃省、青海省牧户的实践生产状况,研究生计资本因素对牧户草场恢复感知的影响。

表7 不同面积草场经营牧户草场恢复感知边际效应

Table 7 The marginal effect of grassland restoration perception among herders with different areas of grassland management

变量名称 Variable name	小面积草场经营牧户 Small-scale grassland herders (<666.67 hm²)				大面积草场经营牧户 Big-scale grassland herders (≥666.67 hm²)			
	自家草场 One's own grassland	标准误 Standard error	乡镇草场 Township grassland	标准误 Standard error	自家草场 One's own grassland	标准误 Standard error	乡镇草场 Township grassland	标准误 Standard error
核心解释变量 Core independent variable								
人力资本因素 Human capital factor								
劳动力数量 Number of laborers	0.003	0.013	0.014	0.012	0.015	0.018	−0.005	0.023
劳动力平均受教育程度 Average education level of laborers	−0.026	0.023	−0.035	0.023	−0.030	0.034	−0.018	0.038
自然资本因素 Natural capital factor								
草场面积 Grassland area	0.032	0.081	0.173**	0.072	−0.012**	0.005	−0.009**	0.004
草场质量 Grassland quality	0.016	0.018	0.013	0.018	0.031	0.030	0.063*	0.035
物质资本因素 Physical capital factor								
家畜数量 Number of livestock	−0.012	0.010	−0.019**	0.009	−0.021	0.014	−0.017	0.018
交通机械数量 Number of transportation machinery	0.019**	0.009	0.021**	0.008	0.008	0.015	−0.014	0.021
金融资本因素 Financial capital factor								
家庭经营收入 Household operating income	−0.001	0.007	−0.005	0.006	−0.006	0.007	0.001	0.010
生态补奖收入 Ecological compensation and incentive income	0.023*	0.013	0.021*	0.012	0.090***	0.035	0.180***	0.040
贷款 Loan	0.016	0.028	−0.004	0.027	−0.011	0.037	0.005	0.043
社会资本因素 Social capital factor								
牧户相互影响程度 Degree of mutual influence among herders	0.028**	0.011	0.026**	0.011	0.009	0.015	0.005	0.017
与县政府距离 Distance from home to county government	0.001	0.015	0.014	0.014	0.024	0.032	−0.021	0.042
环境意识 Environmental awareness	0.029*	0.016	0.032*	0.017	0.041*	0.024	0.020	0.022
控制变量 Controls variables	是 Yes		是 Yes		是 Yes		是 Yes	
模型拟合度 Model fitting statistics								
卡方检验概率值 Prob>chi²	<0.001		<0.001		<0.001		<0.001	
伪 R^2 Pseudo R^2	0.146		0.151		0.462		0.396	
样本量 Sample size	552		552		213		213	

1)人力资本因素对于祁连山地区牧户草场恢复感知并未产生显著影响;自然资本因素中草场面积每增加666.67 hm²,牧户感知退化草场恢复的概率降低1.5%;物质资本因素中家畜数量每增加100羊单位,牧户感知退化草场恢复的概率降低1.4%;金融资本因素中生态补奖收入每增加1万元,牧户感知退化草场恢复的概率提高3.8%;社会资本因素中牧户相互影响程度每提高1单位,牧户感知退化草场恢复的概率提高2.0%,环境意识每增加1单位,牧户感知退化草场恢复的概率提高3.2%。

2)祁连山南北麓牧户草场恢复感知不同。生态补奖政策和牧户相互影响程度对祁连山南北麓牧户感知退化草场恢复均具有正向影响,生态补奖政策在北麓的实施效果较南麓更好,牧户相互影响程度所起的正向作用在南北麓牧区大体相当。过大的草场经营面积是祁连山北麓牧户草场恢复感知的不利因素,交通机械数量是祁连山北麓地区退化草场恢复的积极因素,劳动力数量和牧户较强的环境意识是祁连山南麓地区退化草场恢复的积极因素。

3)不同养殖规模牧户草场恢复感知和不同面积草场经营牧户草场恢复感知的影响因素不同。从小规模养殖

组的结果可以看出，增强牧户的环境意识、树立正确的草场保护意识对草场恢复感知有正向影响；而对于大规模养殖户，提升牧户之间的相互联系程度更有利于退化草场的恢复感知，因此可以打造更紧密的合作化生产模式。

3.2 政策建议

基于以上研究结论，本研究提出以下政策建议：

1）进一步完善草场管理相关政策制度。制定严格的放牧管理政策，限制家畜数量和放牧范围，避免过度放牧导致的土地退化和草场破坏。进一步完善轮牧制度，合理安排放牧的时间和地点，保护草场的生态环境，促进其自然恢复。同时，政府应合理配置牧户的草场面积，避免部分牧户草场面积过大、防止不合理利用方式对草场造成的严重破坏。此外，政府可以通过增加补奖额度、健全监管体制等方式，进一步优化草原生态补奖政策。

2）加强对牧户生产合作与环境意识的引导教育。当前牧户对联合经营、合作社等新型生产经营模式的参与度并不高，政府可以通过举办牧民合作社运营培训、组织座谈交流会等活动营造积极的合作氛围，邻里之间互相交流获取草场管理经验和技术支持，从而提升草场恢复感知。开展针对牧户的生态环境教育活动，提高其对生态环境保护的认识和意识，引导其改变不合理的草场利用方式，更大程度地采用可持续草场管理技术措施，提高草场生产力与畜牧业生产效益，并通过建立生态文化公园或自然保护区等形式，加大生态保护先进人物及事迹展示、宣传，增强广大农牧民对草场生态保护的重视。

3）开展差异化的退化草场恢复工作，重视恢复过程中的地区差异。祁连山北麓地区需要注意牧户过大的草场经营面积造成的不利影响，需进一步完善该地区草场承包与流转制度，推进草场确权登记，并鼓励通过出租、入股、合作等方式流转草场经营权，培育规模化经营草场主体，探索“国有＋集体”联合经营模式。在祁连山南麓地区，开展生态旅游、特色养殖等技能培训，采取“生态管护＋就业”“产业融合＋生态补偿”等模式，将牧区劳动力纳入生态保护体系，通过就业与产业联动等方式确保民生保障，进而更好地推动祁连山地区退化草场恢复工作。

参考文献 References：

[1] Zhang M Q, Sun J, Wang Y, *et al*. State-of-the-art and challenges in global grassland degradation studies. Geography and Sustainability, 2025, 6(2):100229.

[2] Hao A H, Xue X, Peng F, *et al*. Different vegetation and soil degradation characteristics of a typical grassland in the Qinghai-Tibetan Plateau. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(3): 964－975.
郝爱华, 薛娴, 彭飞, 等. 青藏高原典型草地植被退化与土壤退化研究. 生态学报, 2020, 40(3): 964－975.

[3] Tian H Y, Wang J. Research on the impact of digital financial inclusion on intra-rural income gap－an empirical analysis based on the perspective of livelihood resource diversification. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2024, 45(2): 201－213.
田红宇, 王晶. 数字普惠金融对农村内部收入差距的影响研究－基于生计资源多元化视角的经验分析. 中国农业资源与区划, 2024, 45(2): 201－213.

[4] Song W H, Huang Z H, Ye C H. The impact of digital finance use on rural household livelihood strategy selection: Evidence from the China rural household panel survey. Chinese Rural Economy, 2023(6): 92－113.
宋文豪, 黄祖辉, 叶春辉. 数字金融使用对农村家庭生计策略选择的影响－来自中国农村家庭追踪调查的证据. 中国农村经济, 2023(6): 92－113.

[5] Sun J X, Zhang J F, Lv X, *et al*. Investigation on the choice of livelihood strategies and influencing factors of settled herders in Haragande District, Shawan City, Xinjiang: Based on the theory of livelihood capital. South－Central Agricultural Science and Technology, 2025, 46(10): 144－149.
孙景鑫, 张景烽, 吕雪, 等. 新疆沙湾市哈拉干德区定居牧民生计策略选择及影响因素调查－基于生计资本理论. 中南农业科技, 2025, 46(10): 144－149.

[6] Wu T M, Wu Y, Wang D B, *et al*. Influence of herders' livelihood capital on livelihood strategies in the Three-River Headwaters region. Acta Prataculturae Sinica, 2019, 28(11): 12－21.
吴廷美, 吴渊, 王多斌, 等. 三江源区牧户生计资本对其生计策略的影响研究. 草业学报, 2019, 28(11): 12－21.

[7] Li L, Jin J J, Zhang C Y, *et al*. How do livelihood capital affect farmers' energy-saving behaviors: Evidence from China. Journal of Cleaner Production, 2023, 414: 137769.

[8] Zhao W, Yin Y L, Li S X, *et al*. The characteristics of bacterial communities in different vegetation types in the Qilian Mountains. Acta Prataculturae Sinica, 2021, 30(12): 161-171.
赵文, 尹亚丽, 李世雄, 等. 祁连山不同类型草地土壤细菌群落特征研究. 草业学报, 2021, 30(12): 161-171.

[9] Yan Y E, Wang J H, Shi J Z, *et al*. Analysis on grassland resources and their deterioration situation on north slope of Qilian Mountains. Pratacultural Science, 2010, 27(7): 24-29.
闫月娥, 王建宏, 石建忠, 等. 祁连山北坡草地资源及退化现状分析. 草业科学, 2010, 27(7): 24-29.

[10] Du Q Q, Sun Y F, Guan Q Y, *et al*. Vulnerability of grassland ecosystems to climate change in the Qilian Mountains, northwest China. Journal of Hydrology, 2022, 612(part c): 128305.

[11] Xue J, Li Z, Feng Q, *et al*. Ecological conservation pattern based on ecosystem services in the Qilian Mountains, northwest China. Environmental Development, 2023, 46: 100834.

[12] Wang Y, Yang G J, Zhou L H. The vulnerability diagnosis of the pastoral area social-ecological system in northern Qilian Mountains: A case study on the Sunan Yugur Autonomous County in Gansu Province. Journal of Glaciology and Geocryology, 2021, 43(2): 370-380.
王娅, 杨国靖, 周立华. 祁连山北麓牧区社会-生态系统脆弱性诊断-以甘肃肃南裕固族自治县为例. 冰川冻土, 2021, 43(2): 370-380.

[13] Wang X Y, Yang D W, Zhang L L, *et al*. The causes of grassland degradation and restoration strategies in Qilian Mountain National Park. Journal of Grassland and Forage Science, 2020(6): 81-86.
王新源, 杨栋武, 张莉丽, 等. 祁连山国家公园草地退化成因及恢复对策. 草学, 2020(6): 81-86.

[14] Wang G Z, Ma S J, Yang S W, *et al*. The ecological assessment of different rangeland types based on rainfall use efficiency in Hexi Corridor area. Journal of Natural Resources, 2017, 32(4): 582-594.
王贵珍, 马素洁, 杨思维, 等. 基于RUE的不同草地类生态评价研究-以河西走廊为例. 自然资源学报, 2017, 32(4): 582-594.

[15] Qi H, Ji T, He G X, *et al*. Response of soil physical properties to trace element content and degradation degree in mountain meadow of eastern Qilian Mountains. Acta Agrestia Sinica, 2024, 32(3): 746-753.
漆昊, 纪童, 何国兴, 等. 东祁连山山地草甸土壤物理性质对微量元素含量和退化程度的响应. 草地学报, 2024, 32(3): 746-753.

[16] Ma H X, Zhang D G, Chen J, *et al*. Change in factors influencing soil water holding capacity at microsites along a slope transect in alpine meadow in the eastern Qilian Mountains. Acta Prataculturae Sinica, 2020, 29(1): 28-37.
马海霞, 张德罡, 陈瑾, 等. 祁连山东段高寒草甸土壤持水能力在小尺度不同坡面位置的分异特征. 草业学报, 2020, 29(1): 28-37.

[17] Xiao Y F, Chen W Y, Wang B J, *et al*. Study on temporal and spatial change of land use and its relationship with climate factors in Qilian Mountain National Nature Reserve. Acta Agrestia Sinica, 2021, 29(9): 2049-2057.
肖云飞, 陈文业, 王斌杰, 等. 祁连山国家级自然保护区土地利用时空变化及与气候因子关系研究. 草地学报, 2021, 29(9): 2049-2057.

[18] Shi Y X, Yao L Y, Zhao M J. The effect of social capitalon herdsmen's participation willingness in grassland community governance: An analysis based on Triple-Hurdle model. China Rural Survey, 2018(3): 35-50.
史雨星, 姚柳杨, 赵敏娟. 社会资本对牧户参与草场社区治理意愿的影响-基于Triple-Hurdle模型的分析. 中国农村观察, 2018(3): 35-50.

[19] Ben-Othmen M A, Ostapchuk M. How diverse are farmers' preferences for large-scale grassland ecological restoration? Evidence from a discrete choice experiment. Review of Agricultural Food and Environmental Studies, 2023, 104(3/4): 341-375.

[20] Wang M Y, Li M, Jin B, *et al*. Does livelihood capital influence the livelihood strategy of herdsmen? Evidence from western China. Land, 2021, 10(7): 763.

[21] Jiang Z, Jin L S. Impacts of herdsmen's livelihood capital on their concurrent business of livestock raising. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2021, 35(8): 35-41.
蒋振, 靳乐山. 牧户生计资本对其草原畜牧兼业化的影响研究-以四川省红原县和若尔盖县为例. 干旱区资源与环境, 2021, 35(8): 35-41.

[22] Belay M, Bewket W. Farmers' livelihood assets and adoption of sustainable land management practices in north-western highlands of Ethiopia. International Journal of Environmental Studies, 2013, 70(2): 284-301.

[23] Abebaw D, Haile M G. The impact of cooperatives on agricultural technology adoption: Empirical evidence from Ethiopia. Food Policy, 2013, 38: 82－91.

[24] Zhou S D, Zhu H G. Economic analysis of climate change impact on the rice yield in southern China and its adaptive strategy. China Population, Resources and Environment, 2010, 20(10): 152－157.
周曙东, 朱红根. 气候变化对中国南方水稻产量的经济影响及其适应策略. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(10): 152－157.

[25] Yang H Z, Li H M, Zhang A L. Herdsmen's perception about ecological degeneration of grasslands in the Three-river Source Region China. Arid Zone Research, 2016, 33(4): 822－829.
杨海镇, 李惠梅, 张安录. 牧户对三江源草地生态退化的感知. 干旱区研究, 2016, 33(4): 822－829.

[26] Wang L J, Liu X Y. Herders' satisfaction with the grassland ecological reward policy in Gansu rangeland areas. Acta Prataculturae Sinica, 2019, 28(4): 1－11.
王丽佳, 刘兴元. 甘肃牧区牧民对草原生态补奖政策满意度研究. 草业学报, 2019, 28(4): 1－11.

[27] Kibria A M G, Jashimuddin M, Makoto I. Effects of participatory forest management on livelihood capitals of the community in Cox's Bazar, Bangladesh. Journal of Forest Research, 2014, 19(1): 42－51.

[28] Liu J H, Xue D Q. Study on the livelihood capital and livelihood strategies of farmers' in Huangling county of northern Shaanxi. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2019, 40(6): 156－163.
刘精慧, 薛东前. 陕北黄陵县农户生计资本评价及其生计策略研究. 中国农业资源与区划, 2019, 40(6): 156－163.

[29] Wang Y J, Cao D Y, Liao B. Study on the influence livelihood capital on the adoption behavior of new agricultural social services. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2024, 45(5): 144－154.
王焱剑, 曹大宇, 廖冰. 农户生计资本对新型农业社会化服务采纳行为影响研究. 中国农业资源与区划, 2024, 45(5): 144－154.

[30] Kuang F, Jin J, He R, *et al*. Influence of livelihood capital on adaptation strategies: Evidence from rural households in Wushen Banner, China. Land Use Policy, 2019, 89: 104228.

[31] Baffoe G, Matsuda H. An empirical assessment of rural livelihood assets from gender perspective: evidence from Ghana. Sustainability Science, 2018, 13(3): 815－828.

[32] Zeng X Y, Guo S L, Deng X, *et al*. Livelihood risk and adaptation strategies of farmers in earthquake hazard threatened areas: Evidence from Sichuan province, China. International Journal of Disaster Risk Reduction, 2021, 53: 101971.

[33] Pandey R, Jha S K, Alatalo J M, *et al*. Sustainable livelihood framework－based indicators for assessing climate change vulnerability and adaptation for Himalayan communities. Ecological Indicators, 2017, 79: 338－346.

[34] Ma J, Wang M. The pathway for implementing sustainable livelihood capital among community residents within the "Three Parallel Rivers" world natural heritage site. International Journal of Geoheritage and Parks, 2023, 11(3): 527－534.

[35] Wu X, Nie X, Chen Z, *et al*. How to improve the adaptive capacity of coastal zone farm households? －explanation based on complementary and alternative relationships of livelihood capital in a sustainable livelihood framework. Ocean & Coastal Management, 2023, 245: 106853.

[36] Liu L M, Lu J, He S C, *et al*. Evaluation on the tourist livelihood capitals of herdsmen in Xilamuren grassland area and the influencing factors. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2023, 37(1): 194－203.
刘丽梅, 吕君, 何少聪, 等. 希拉穆仁草原牧区牧民的旅游生计资本评估及影响因子分析. 干旱区资源与环境, 2023, 37(1): 194－203.

[37] Li Y, Xu Y, Sun W. Does household electrification alleviate energy poverty? Empirical evidence from China. Energy, 2024, 313: 133983.

[38] Wang B, Zhang T X, Mao J H. Impact of environmental right perception on public participation in river and lake ecological environment governance under the River Chief System: based on the mediating effect of government-constructed public participation platforms. China Population, Resources and Environment, 2025, 35(7): 134－143.
王博, 张天星, 毛锦凰. 环境权感知对公众参与河长制河湖生态环境治理的影响－基于政府公众参与平台建设中介效应. 中国人口·资源与环境, 2025, 35(7): 134－143.

[39] Su F, Pu X D, Xu Z M, *et al*. Analysis about the relationship between livelihood capital and livelihood strategies: take Ganzhou in Zhangye City as a example. China Population, Resources and Environment, 2009, 19(6): 119－125.
苏芳, 蒲欣冬, 徐中民, 等. 生计资本与生计策略关系研究－以张掖市甘州区为例. 中国人口·资源与环境, 2009, 19(6): 119－125.

[40] Gai Z Y, Huang X, Ma M, *et al*. Study on the impact of livelihood capital on herding households' livelihood strategies under the perspective of grassland compensation prize—based on the survey data of 1042 herds in Inner Mongolia pastoral area. Acta Agrestia Sinica, 2025, 33(8): 2627-2640.
盖志毅, 黄霞, 马梅, 等. 草原生态补奖视域下生计资本对牧户生计策略的影响研究—基于内蒙古牧区1042份牧户的调查数据. 草地学报, 2025, 33(8): 2627-2640.

[41] Tan S H, Liu B, Zhang Q Y, *et al*. Understanding grassland rental markets and their determinants in eastern Inner Mongolia, China. Land Use Policy, 2017, 67: 733-741.

[42] Xu Z, Qayum M, Afzal J, *et al*. Availability and access to livelihood capital assets for development of sustainable livelihood strategies of fishermen: A case study of Manchar Lake Pakistan. Heliyon, 2023, 9(12): e22549.

[43] Gao B, Ma R Y, Qiao G H. Grassland ecological reward policy: research on the formation mechanism of "high satisfaction but low execution". Journal of Agrotechnical Economics, 2021(2): 112-122.
高博, 马如意, 乔光华. 草原补奖政策:"高满意度与低执行度"悖论的形成机理研究. 农业技术经济, 2021(2): 112-122.

[44] Zhang Y, Zhao W. Social capital's role in mitigating economic vulnerability: Understanding the impact of income disparities on farmers' livelihoods. World Development, 2024, 177: 106515.

[45] Tian M L, Liu R F, Wang J. Will farmers adopt environment-friendly agricultural techniques because of their peers: Case study based on evolutionary game model. Agricultural Technology Economics, 2025(3): 65-86.
田梦玲, 刘瑞峰, 王剑. 农户会因同伴而采纳环境友好型农业技术吗—基于演化博弈模型的案例研究. 农业技术经济, 2025(3): 65-86.

[46] Weeks M. Introductory econometrics: A modern approach. Journal of Applied Econometrics, 2002, 17(2): 191-193.

[47] Fernandez-Gimenez M E. The role of Mongolian nomadic pastoralists' ecological knowledge in rangeland management. Ecological Applications, 2000, 10(5): 1318-1326.

[48] Calvo P M H, Alexander S. A new perspective on rangelands and pastoralists to reverse their silent demise, which is impacting climate and food supply for billions. Global Change Biology, 2024, 30(6): e17377.

[49] Tolgyesi C, Vadasz C, Kun R, *et al*. Post-restoration grassland management overrides the effects of restoration methods in propagule-rich landscapes. Ecological Applications, 2022, 32(1): e02463.

[50] Ma Z B, Lin M Y, He J A. Resource network, self-efficacy and local policy innovation an explanatory framework of 'Context-cognition-action'. Chinese Public Administration, 2024, 40(10): 83-94.
马子博, 林美玉, 何君安. 资源网络、自我效能感与地方政策创新——个"情境—认知—行动"的解释框架. 中国行政管理, 2024, 40(10): 83-94.

[51] Chang Q, Deng Y, Zhao M J. Can outsourcing agricultural production help China's food security? —Evidence from the main food producing areas. Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition), 2023(4): 11-24.
畅倩, 邓悦, 赵敏娟. 生产环节外包能否助力中国粮食安全? —来自粮食主产区的证据. 华中农业大学学报(社会科学版), 2023(4): 11-24.

[52] Yu C J, Tang W. Can digital transformation of industrial enterprises contribute to carbon emission reduction: Evidence based on Chinese A-share listed industrial enterprises. Macroeconomics, 2023(7): 97-110, 127.
喻春娇, 唐威. 工业企业数字化转型能否促进碳减排—基于中国A股上市工业企业的证据. 宏观经济研究, 2023(7): 97-110, 127.

[53] Zhang Y Y, Yuan F Q, Liu D H, *et al*. Research on the measurement of industrial ecologization level and its influencing factors. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2019, 28(10): 2331-2339.
张媛媛, 袁奋强, 刘东皇, 等. 产业生态化水平的测度及其影响因素研究. 长江流域资源与环境, 2019, 28(10): 2331-2339.

[54] Zhang H L, Li J Y, Shi D D. Research on the influence of environmental regulation and ecological cognition on farmers' organic fertilizer adoption behavior. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2021, 42(11): 42-50.
张红丽, 李洁艳, 史丹丹. 环境规制、生态认知对农户有机肥采纳行为影响研究. 中国农业资源与区划, 2021, 42(11): 42-50.

[55] Zhou S Q, Zhao K. How does the grassland ecological compensation policy affect farmers and herdsmen's behavior of reducing livestock: an analysis based on the regulatory effect of non-agricultural and pastoral employment. Issues in Agricultural Economy, 2019(11): 108-121.
周升强, 赵凯. 草原生态补奖政策对农牧户减畜行为的影响—基于非农牧就业调解效应的分析. 农业经济问题, 2019(11):

108－121.

[56] Xu X, Feng X. Does grassland ecological compensation policy really promote herders' collective action in community-based grassland conservation? evidence from northern China. Land Degradation & Development, 2025, 36(18): 6455－6468.

[57] Ma X L, Jin B H, Du Y Q. Governance mechanism of rural ecological resource value realization from the perspective of scale heterogeneity based on multiple case comparative analysis. Journal of Public Management, 2022, 19(3): 24－34, 166.
马贤磊, 金铂皓, 杜焱强. 规模异质性视角下农村生态资源价值实现的治理机制研究－基于多案例的比较. 公共管理学报, 2022, 19(3): 24－34, 166.

[58] Le Provost G, Schenk N, Penone C, *et al*. The supply of multiple ecosystem services requires biodiversity across spatial scales. Nature Ecology & Evolution, 2023, 7(2): 236－249.

[59] Wu X T, Wang S, Fu B J, *et al*. Land use optimization based on ecosystem service assessment: A case study in the Yanhe watershed. Land Use Policy, 2018, 72: 303－312.

[60] Salleh R, Nordin S M, Moughal W, *et al*. The role of social environmental networks in influencing environmental knowledge and environmental awareness towards education for sustainable development in Malaysia and Japan. Higher Education Quarterly, 2025, 79(1): e70009.

[61] Prangel E, Kasari-Toussaint L, Neuenkamp L, *et al*. Afforestation and abandonment of semi-natural grasslands lead to biodiversity loss and a decline in ecosystem services and functions. Journal of Applied Ecology, 2023, 60(5): 825－836.

[62] Wang Q M, Liu H Y, Liang B Y, *et al*. Will large-scale forestation lead to a soil water deficit crisis in China's drylands. Science Bulletin, 2024, 69(10): 1506－1514.